

## დანართი – 2

### ქვემო ნამახვანის კაშხლის წყალსაგდების ჰიდრავლიკური გამოთვლები<sup>1</sup>

#### შინაარსი

5 წყალსაგდების ჰიდრავლიკური გამოთვლები.....	2
5.1. ზოგადი ნაწილი.....	2
5.2. წყალსაგდების თხემის ჰიდრავლიკური პროექტი.....	3
5.3. წყალსაგდების გამტარუნარიანობის გამოთვლა.....	5
5.4. წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილი .....	11
შეხების წერტილი .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.5. წყალსაგდების ღია არხის გეომეტრია და წყლის ზედაპირის პროფილი .....	13
5.6. ნაკადის მობრუნების კიდე .....	14
ნაკადის მობრუნების მონაკვეთის რადიუსი .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.7. ტრაექტორიის მანძილი.....	16
5.8. კავიტაციის გამოთვლა .....	17
5.9. ტალღის მაქსიმალური სიმაღლე და ქარის მიერ წყლის მოდინება.....	18
5.10. საცემი აუზი.....	20
ტრაექტორიის მანძილი.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
წარეცხვა.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

---

<sup>1</sup> ამოღებულია Temelsu-ის პროექტირების დეტალური ინფორმაციიდან

## 5 ჰიდრავლიკური გაანგარიშებები

### 5.1. ზოგადი ნაწილი

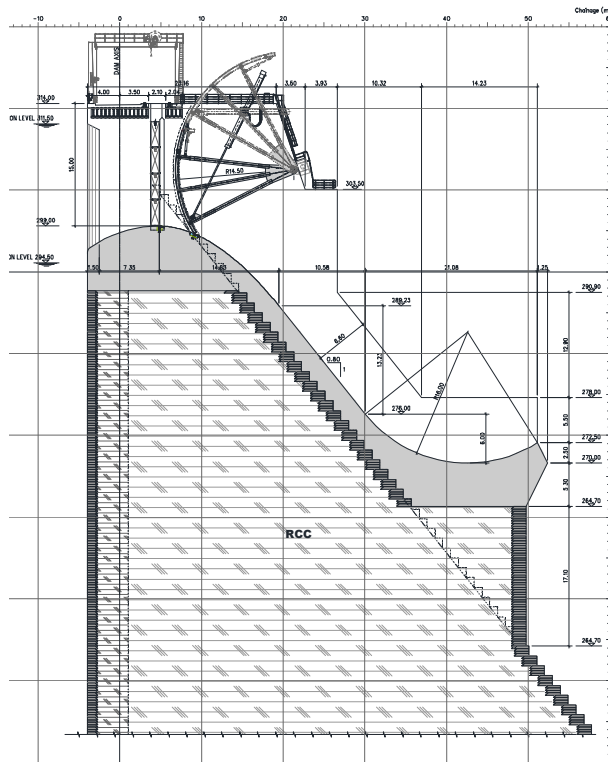
ქვემო ნამახვანის კაშხლის წყალსაგდები არის კონტროლირებადი გადაშვების ტიპის და მდებარეობს კაშხლის ტანზე, ოთხი წყალსაგდები სექციით.

ჰიდრავლიკური პროექტირების კრიტერიუმები წყალსაგდებისთვის მოცემულია „პროექტირების კრიტერიუმების ანგარიშში, ნაწილი 5.3“.

წყალსაგდების თხემი უნდა იყოს S-ის ფორმის. თხემის ნაგებობის შემდეგ, მოდის ღია არხი, სანამ მიაღწევდეს ნაკადის მობრუნების კიდეს. ღია არხი და ნაკადის მობრუნების კიდე დაპროექტებული იყო წყალდიდობის 10 000 წლიანი განმეორების პერიოდის საფუძველზე. გარდა ამისა, ღია არხის კედლები კონტროლდებოდა შესაძლო მაქსიმალური წყალდიდობის (PMF) მიხედვით.

წყალსაგდების მახასიათებლები მოცემულია ქვემოთ:

მდებარეობა	: კაშხლის ტანზე
წყალსაგდების ტიპი	: წყალგადაშვება, რადიალური ჩამკეტი
წყალსაგდების თხემის სიმაღლე:	: 299.00 მ
წყალგადასაშვები კაშხლის სიმაღლე (P)	: 69.00 მ
საპროექტო ხარჯი	: 2467.70 მ <sup>3</sup> /წმ
საპროექტო დაწნევა (H <sub>0</sub> )	: 10.50 მ
Q <sub>PMF</sub> პიკი	: 4900.00 მ <sup>3</sup> /წმ
მაქსიმალური დაწნევა (@Q <sub>PMF</sub> )	: 14.10 მ
წყალდიდობის მაქსიმალური დონე	: 313.10 მ
ოპერირების მაქსიმალური დონე	: 311.50 მ
ზემო დინების ფერდობი	: ვერტიკალური
ჩამკეტების რაოდენობა	: 4
ჩამკეტის სიგანე	: 9.00 მ
ბურჯების რაოდენობა	: 3
ბურჯების სიგანე	: 3.00 მ
წყალსაგდების მთლიანი სიგანე	: 51.00 მ
წყალსატარი არხის გვერდი	: 0.80H / 1V



სურ. 5.1: წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილი

5.2. წყალსაგდების თხემის ჰიდრავლიკური დიზაინი

ჰიდრავლიკური პროექტირება უნდა მოხდეს ერთიანობაში წყლის გადაშვებასა და დაბალი დონის ხარჯის გათვალისწინებით, რომ წყალდიდობის დროს წყლის გაშვება შესაძლებელი იყოს შემდეგი მინიმალური მოთხოვნით კაშხლის კიდეს და ავსებული წყალსაცავის დონეს შორის სხვაობისთვის:

პირობა	წყალდიდობის სიხშირე	წყალსაგდების და დაბალი დონის დროს წყლის გაშვებების მუშაობა	ტალღის მაქს. სიმაღლე და ქარის მიერ წყლის მოდინება	ქარის მდგომარეობა	მინიმალური Freeboard
ჩვეულებრივი 1	1:10 000	ყველა ჩამკეტი	დიახ	1:10 წ ქარი ან 80 კმ/სთ	1 მ
ჩვეულებრივი 2	1: 1000	ყველა ჩამკეტი	დიახ	1:100 წ ქარი ან 100 კმ/სთ	1 მ
იშვიათი 1	1: 1000	ყველაზე დიდი გამტარობის ჩამკეტი დაკეტილია	დიახ	-	1 მ

უკიდურესად იშვიათი	შესაძლო მაქსიმალური წყალდიდობა (PMF)	ყველა ჩამკეტი	-	-	0 მ
--------------------	--------------------------------------	---------------	---	---	-----

კაშხლის თხემის სიმაღლეა 314,00 მ. მისასვლელი ხიდი განლაგებულია იქნება წყალსაგდებზე, ასე რომ, PMF-ის ხარჯის დროს, დაშვებული იქნება წყლის მაქსიმალური დონის აწევა ხიდის კოჭების ქვედა ნაწილამდე. შესაბამისად, წყლის მაქსიმალური დონე PMF ხარჯისთვის მიღებულია 313,10 მ მნიშვნელობით, ხიდის წვერებისთვის 0,90 მ-ის გათვალისწინებით.

სასურველი საპროექტო დაწნევა (დონეთა სხვაობა) S-ის ფორმის თხემისთვის უნდა იყოს მაქსიმალური დაწნევის 70%-დან 75%-მდე, რომ შესაძლებელი იყოს ნაგებობის ეფექტიანად დაპროექტება.

წყალსაგდების თხემის სიმაღლე არის 299.00 მ.

$$\text{მაქსიმალური დაწნევა} = H_{\max} = 313,10 - 299,00 = 14,10 \text{ მ}$$

$$\rightarrow H_{\text{des}} = H_0 = 0,745 * 14,10 = 10,50 \text{ მ}$$

$$\text{წყალგადასაშვების სიმაღლე} \quad P = 299.00 - 230.00 = 69.00 \text{ მ}$$

შესაძლო მაქსიმალური წყალდიდობის დროს პიკური ხარჯი ქვემო ნამახვანის კაშხლისთვის არის:

$$Q_{\text{PMF}} = 4900.0 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

შესაძლო მაქსიმალური წყალდიდობის ხარჯი გატარებულია წყალსაგდების და წყლის დაბალი დონის წყალგამშვები ნაგებობების მიერ ერთობლივად. წყლის დაბალი დონის წყალგამშვები ნაგებობის გამტარიანობა არის 1029.00 მ<sup>3</sup>/წმ (წყლის დაბალი დონის წყალგამშვების ჰიდრაულიკური პროექტი, ნაწილი 6).

ამგვარად, დანარჩენი ხარჯი გატარებული იქნება წყალსაგდების მიერ:

$$4900 - 1029 = 3871.00 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$$P / H_0 = 6.57 \rightarrow C_0 = 2.18 \quad (3.95 * 0.3048^{1/2} = 2.18) \text{ (მცირე კაშხლების დაპროექტება, USBR, სურ. 9.23)}$$

ხარჯის კოეფიციენტები დაწნევისთვის, რომლებიც განსხვავდება საპროექტო დაწნევისგან:

$$H_e = 313.10 - 299.00 = 14.10 \text{ მ}$$

$$H_e / H_0 = 14.10 / 10.50 = 1.34 \rightarrow C_1 / C_0 = 1.040 \text{ (მცირე კაშხლების დაპროექტება, USBR, სურ. 9.24)}$$

$$C = C_0 * (C_1 / C_0)$$

$$C = 2.18 * 1.040 = 2.267$$

სუფთა სიგანე:  $L_{net} = 4 * 9.00 = 36.00 \text{ მ}$

ეფექტური სიგანე:  $L_{eff} = L_{net} - 2(N * K_p + K_a)H_e$

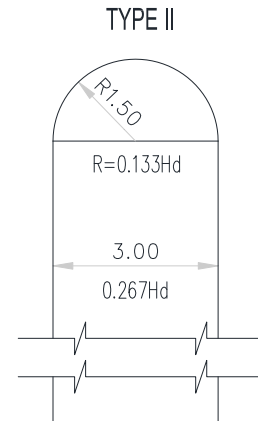
განაპირა ბურჯის შეკუმშვის კოეფიციენტი  $K_a = 0.10$

შიდა ბურჯის შეკუმშვის კოეფიციენტი  $K_p = 0.01$

$$L_{eff} = 36.00 - 2(3 * 0.01 + 0.10) * 14.10 = 32.33 \text{ მ}$$

ხარჯი  $Q = C * L_{eff} * H^{3/2}$

$$Q = 2.267 * 32.33 * 14.10^{(3/2)} = 3880.94 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$



### 5.3. წყალსაგდების გამტარუნარიანობის გამოთვლა

გამტარუნარიანობის გამოთვლები ნაჩვენებია ცხრილში 5.1 და წყალსაგდების ხარჯის მრუდი არის მოცემული (სურ. 5.2).

ჩამკეტები მთლიანად გაღებულია;

$H_o$  = წყალსაგდების საპროექტო დაწნევა

$H_e$  = წყალსაგდების დაწნევა

$$Q = CL_{eff} H_e^{3/2}$$

$$C = (C_1 / C_0) * (C_{inc} / C_{ver}) * C_0$$

ჩამკეტები ნაწილობრივ არის ღია;

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} CL_{eff} (H_1^{3/2} - H_2^{3/2})$$

$H_1$  = მანძილი წყალსაგდების თხემს და წყალსაგდის დონეს შორის

$d$  = ჩამკეტის გაღება

$$H_2 = H_1 - d$$

$C$  = ხარჯის კოეფიციენტი

ცხრილი 5.1: წყალსაგდების გამტარუნარიანობა (ჩამკვეთები სრულად არის ღია)

$H_e$ m	$H_e/H_0$	$C_0$	$C/C_0$	$C$	$H_e^{3/2}$ m	$L_{ef}$ m	$Q$ $m^3/s$	R.S.S. m
0.00	-	2.180	0.800	1.744	0.00	36.00	0	299.00
1.00	0.10	2.180	0.819	1.786	1.00	35.74	64	300.00
2.00	0.19	2.180	0.851	1.855	2.83	35.48	186	301.00
3.00	0.29	2.180	0.874	1.906	5.20	35.22	349	302.00
4.00	0.38	2.180	0.896	1.953	8.00	34.96	546	303.00
5.00	0.48	2.180	0.916	1.997	11.18	34.70	775	304.00
6.00	0.57	2.180	0.934	2.037	14.70	34.44	1031	305.00
7.00	0.67	2.180	0.951	2.072	18.52	34.18	1312	306.00
8.00	0.76	2.180	0.966	2.105	22.63	33.92	1616	307.00
9.00	0.86	2.180	0.981	2.139	27.00	33.66	1944	308.00
9.70	0.92	2.180	0.990	2.158	30.20	33.48	2181	308.70
10.00	0.95	2.180	0.994	2.167	31.62	33.40	2289	309.00
10.50	1.00	2.180	1.000	2.180	34.02	33.27	2468	309.50
11.00	1.05	2.180	1.006	2.192	36.48	33.14	2651	310.00
11.26	1.07	2.180	1.009	2.200	37.80	33.07	2750	310.26
12.00	1.14	2.180	1.019	2.221	41.57	32.88	3035	311.00
13.00	1.24	2.180	1.031	2.247	46.87	32.62	3435	312.00
14.10	1.34	2.180	1.040	2.267	52.95	32.33	3881	313.10

**ცხრილი 5.2: წყალსაგდების გამტარუნარიანობა (ჩამკეტები ნაწილობრივ არის ღია)**

d= 1.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
1	0.00	1.000	0.640	35.740	67.54	300.00
2	1.00	0.500	0.667	35.480	127.71	301.00
3	2.00	0.333	0.685	35.220	168.57	302.00
4	3.00	0.250	0.693	34.960	200.66	303.00
5	4.00	0.200	0.699	34.700	227.65	304.00
6	5.00	0.167	0.703	34.440	251.25	305.00
7	6.00	0.143	0.706	34.180	272.35	306.00
8	7.00	0.125	0.709	33.920	291.49	307.00
9	8.00	0.111	0.711	33.660	309.01	308.00
10	9.00	0.100	0.713	33.400	325.15	309.00
11	10.00	0.091	0.715	33.140	340.11	310.00
12	11.00	0.083	0.717	32.880	354.01	311.00
13	12.00	0.077	0.718	32.620	366.98	312.00
14	13.00	0.071	0.720	32.360	379.10	313.00
14.10	13.10	0.071	0.720	32.334	380.26	313.10

d= 2.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
2	0.00	1.000	0.640	35.480	189.66	301.00
3	1.00	0.667	0.649	35.220	283.24	302.00
4	2.00	0.500	0.667	34.960	355.93	303.00
5	3.00	0.400	0.677	34.700	415.39	304.00
6	4.00	0.333	0.685	34.440	466.23	305.00
7	5.00	0.286	0.690	34.180	510.83	306.00
8	6.00	0.250	0.693	33.920	550.67	307.00
9	7.00	0.222	0.696	33.660	586.76	308.00
10	8.00	0.200	0.699	33.400	619.78	309.00
11	9.00	0.182	0.701	33.140	650.22	310.00
12	10.00	0.167	0.703	32.880	678.45	311.00
13	11.00	0.154	0.704	32.620	704.74	312.00
14	12.00	0.143	0.706	32.360	729.31	313.00
14.10	12.10	0.142	0.706	32.334	731.67	313.10

d= 3.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
3	0.00	1.000	0.640	35.220	345.87	302.00
4	1.00	0.750	0.640	34.960	462.50	303.00
5	2.00	0.600	0.656	34.700	561.38	304.00
6	3.00	0.500	0.667	34.440	644.16	305.00
7	4.00	0.429	0.674	34.180	716.05	306.00
8	5.00	0.375	0.680	33.920	779.81	307.00
9	6.00	0.333	0.685	33.660	837.13	308.00
10	7.00	0.300	0.688	33.400	889.16	309.00
11	8.00	0.273	0.691	33.140	936.77	310.00
12	9.00	0.250	0.693	32.880	980.63	311.00
13	10.00	0.231	0.695	32.620	1021.25	312.00
14	11.00	0.214	0.697	32.360	1059.03	313.00
14.10	11.10	0.213	0.697	32.334	1062.66	313.10

d= 4.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
4	0.00	1.000	0.640	34.960	528.57	303.00
5	1.00	0.800	0.640	34.700	667.62	304.00
6	2.00	0.667	0.649	34.440	783.39	305.00
7	3.00	0.571	0.659	34.180	886.28	306.00
8	4.00	0.500	0.667	33.920	976.77	307.00
9	5.00	0.444	0.673	33.660	1057.67	308.00
10	6.00	0.400	0.677	33.400	1130.88	309.00
11	7.00	0.364	0.681	33.140	1197.67	310.00
12	8.00	0.333	0.685	32.880	1258.98	311.00
13	9.00	0.308	0.687	32.620	1315.53	312.00
14	10.00	0.286	0.690	32.360	1367.92	313.00
14.10	10.10	0.284	0.690	32.334	1372.95	313.10

d= 5.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
5	0.00	1.000	0.640	34.700	733.20	304.00
6	1.00	0.833	0.640	34.440	891.51	305.00
7	2.00	0.714	0.640	34.180	1013.64	306.00
8	3.00	0.625	0.653	33.920	1140.69	307.00
9	4.00	0.556	0.661	33.660	1247.80	308.00
10	5.00	0.500	0.667	33.400	1344.16	309.00
11	6.00	0.455	0.672	33.140	1431.75	310.00
12	7.00	0.417	0.676	32.880	1512.00	311.00
13	8.00	0.385	0.679	32.620	1585.92	312.00
14	9.00	0.357	0.682	32.360	1654.29	313.00
14.10	9.10	0.355	0.682	32.334	1660.85	313.10

d= 6.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
6	0.00	1.000	0.640	34.440	956.60	305.00
7	1.00	0.857	0.640	34.180	1131.75	306.00
8	2.00	0.750	0.640	33.920	1269.22	307.00
9	3.00	0.667	0.649	33.660	1406.59	308.00
10	4.00	0.600	0.656	33.400	1528.34	309.00
11	5.00	0.545	0.662	33.140	1638.72	310.00
12	6.00	0.500	0.667	32.880	1739.43	311.00
13	7.00	0.462	0.671	32.620	1831.97	312.00
14	8.00	0.429	0.674	32.360	1917.44	313.00
14.10	8.10	0.426	0.675	32.334	1925.64	313.10

d= 7.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
7	0.00	1.000	0.640	34.180	1196.35	306.00
8	1.00	0.875	0.640	33.920	1386.43	307.00
9	2.00	0.778	0.640	33.660	1537.65	308.00
10	3.00	0.700	0.640	33.400	1668.12	309.00
11	4.00	0.636	0.652	33.140	1817.71	310.00
12	5.00	0.583	0.658	32.880	1940.74	311.00
13	6.00	0.538	0.663	32.620	2053.46	312.00
14	7.00	0.500	0.667	32.360	2157.27	313.00
14.10	7.10	0.496	0.667	32.334	2167.21	313.10



d= 8.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
8	0.00	1.000	0.640	33.920	1450.54	307.00
9	1.00	0.889	0.640	33.660	1653.96	308.00
10	2.00	0.800	0.640	33.400	1817.57	309.00
11	3.00	0.727	0.640	33.140	1959.52	310.00
12	4.00	0.667	0.649	32.880	2115.41	311.00
13	5.00	0.615	0.654	32.620	2249.63	312.00
14	6.00	0.571	0.659	32.360	2373.30	313.00
14.10	6.10	0.567	0.659	32.334	2385.12	313.10

d= 9.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
9	0.00	1.000	0.640	33.660	1717.58	308.00
10	1.00	0.900	0.640	33.400	1932.99	309.00
11	2.00	0.818	0.640	33.140	2107.82	310.00
12	3.00	0.750	0.640	32.880	2260.22	311.00
13	4.00	0.692	0.647	32.620	2421.03	312.00
14	5.00	0.643	0.651	32.360	2564.92	313.00
14.10	5.10	0.638	0.652	32.334	2578.74	313.10

d= 10.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
10	0.00	1.000	0.640	33.400	1996.11	309.00
11	1.00	0.909	0.640	33.140	2222.33	310.00
12	2.00	0.833	0.640	32.880	2407.35	311.00
13	3.00	0.769	0.640	32.620	2569.26	312.00
14	4.00	0.714	0.640	32.360	2714.35	313.00
14.10	4.10	0.709	0.640	32.334	2728.08	313.10

d= 11.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
11	0.00	1.000	0.640	33.140	2284.97	310.00
12	1.00	0.917	0.640	32.880	2520.96	311.00
13	2.00	0.846	0.640	32.620	2715.23	312.00
14	3.00	0.786	0.640	32.360	2885.82	313.00
14.10	3.10	0.780	0.640	32.334	2901.85	313.10

d= 12.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
12	0.00	1.000	0.640	32.880	2583.10	311.00
13	1.00	0.923	0.640	32.620	2827.95	312.00
14	2.00	0.857	0.640	32.360	3030.63	313.00
14.10	2.10	0.851	0.640	32.334	3049.42	313.10

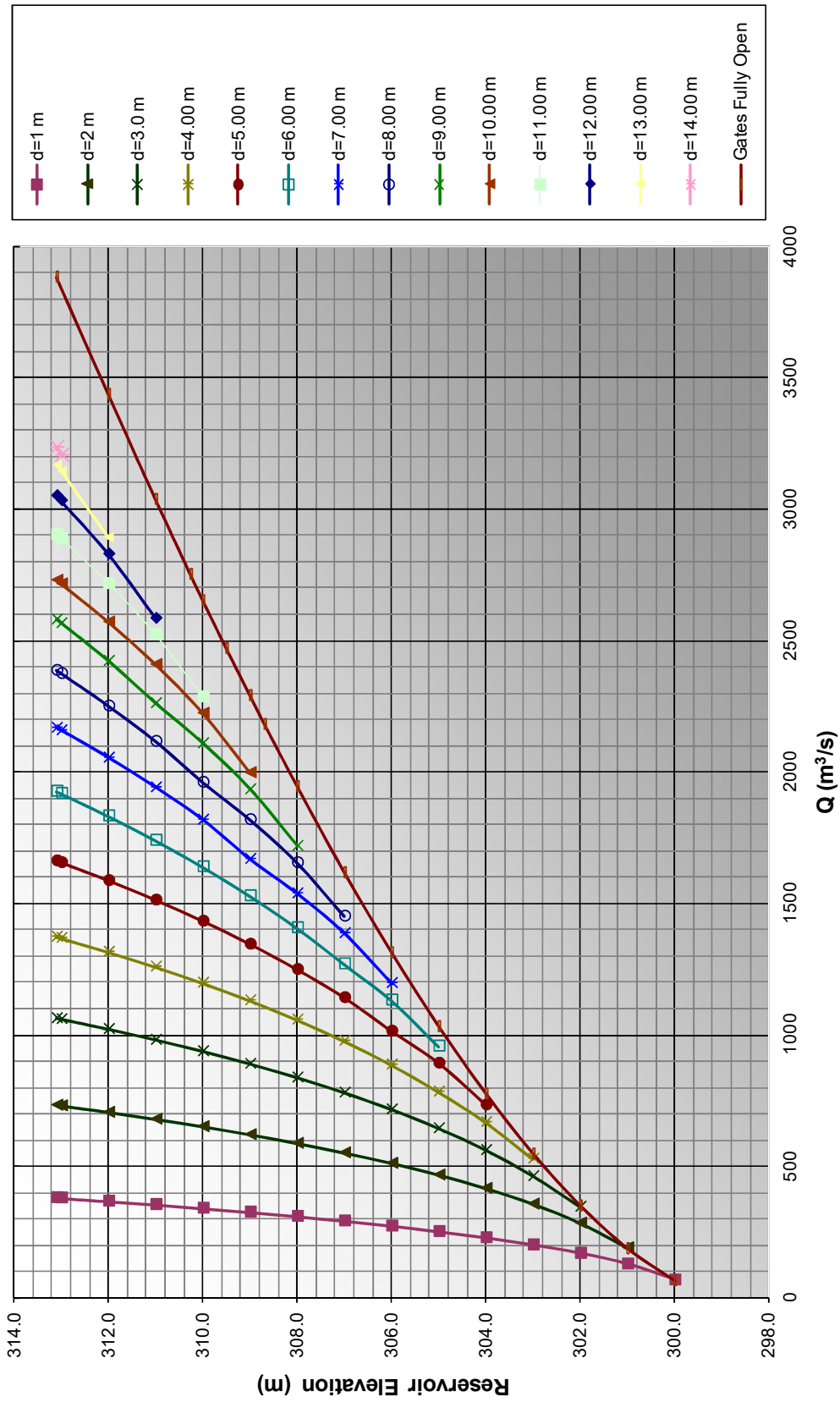
d= 13.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
13	0.00	1.000	0.640	32.620	2889.60	312.00
14	1.00	0.929	0.640	32.360	3142.45	313.00
14.10	1.10	0.922	0.640	32.334	3164.89	313.10

d= 14.000

H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> =H <sub>1</sub> -d	d/H <sub>1</sub>	c	L <sub>eff</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Kot
14	0.00	1.000	0.640	32.360	3203.60	313.00
14.10	0.10	0.993	0.640	32.334	3233.46	313.10

**LOWER NAMAKHVANI DAM  
SPILLWAY DISCHARGE CURVE**



## სურ. 5.2: წყალსაგდების ხარჯის მრუდი

### 5.4. წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილი

წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილი ზემო დინებაში არის რთული მრუდი, მაშინ როცა ქვემო დინება განისაზღვრება ქვემოთ მოცემული განტოლებით:

$$\frac{y}{H_0} = -K\left(\frac{x}{H_0}\right)^n$$

K და n ამ განტოლებაში არის მუდმივი რიცხვები, რომლებიც დამოკიდებულია ზემო დინების ფერდობზე და მიახლოების სიჩქარეზე:

$H_0$ : არჩეული საპროექტო დაწნევა

$$H_{\max}/H_0 = 14.10 \text{ მ}/10.50 \text{ მ} = 1.34$$

$$h_0 = H_0 - h_a \quad H_0 = 10.50 \text{ მ} \quad Q_d = 2467.70 \text{ მ}^3/\text{წმ} \quad L = 36.00 \text{ მ} \quad P = 69.00 \text{ მ}$$

$h_a$  = ჩქაროსნული დაწნევა

$$h_a = \frac{v^2}{2g} = \frac{Q^2}{2gL^2(P + h_0)^2}$$

თანმიმდევრული მიახლოებით ზემოთ მოცემული განტოლების ამოხსნით,  $h_a$  გამოითვლება, როგორც 0.024 მ.

$$\frac{h_a}{H_0} = \frac{0.024}{10.50} = 0.0023 \quad \left. \vphantom{\frac{h_a}{H_0}} \right\} \begin{array}{l} n=1.872 \text{ and } K=0.50 \\ \text{(სურ. 9-21, მცირე კაშხლების დაპროექტება, 1987)} \end{array}$$

ზ./დ. ფერდობი: ვერტიკალ.

ამგვარად, ქვემო დინების პროფილი მოცემულია შემდეგით:

$$\frac{y}{10.50} = -0.500\left(\frac{x}{10.50}\right)^{1.872} \quad y = -0.064342(x)^{1.872}$$

შეხების წერტილი

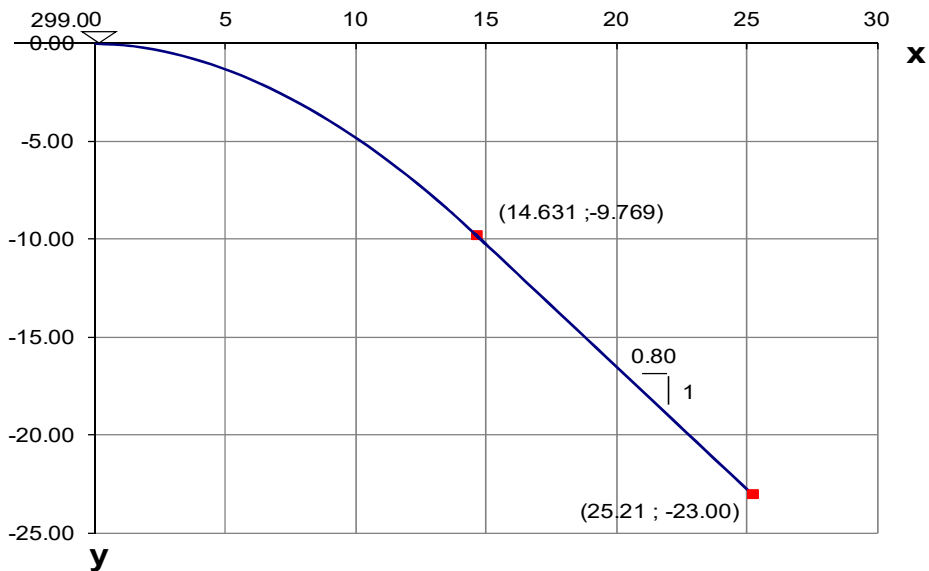
წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილს მოსდევს ფერდობი 1V:0.80H

შეხების წერტილის კოორდინატები დაითვლება კაშხლის პროფილის განტოლების წარმოებულის ტოლობით 1V:0.80H-თან.

$$\frac{dy}{dx} = -0.120448x^{0.872} = -\frac{1}{m} = -\frac{1}{0.80} \rightarrow x = 14.631 \text{ and } y = -9.769 \text{ მ.}$$

**ცხრილი 5.3:** წყალგადასაშვები კაშხლის პროფილის კოორდინატები

x	y	სიმაღლე (მ)
0.00	0.00	299.00
1.50	-0.14	298.86
3.00	-0.50	298.50
4.50	-1.07	297.93
6.00	-1.84	297.16
7.50	-2.80	296.20
9.00	-3.93	295.07
10.50	-5.25	293.75
12.00	-6.74	292.26
13.50	-8.40	290.60
14.631*	-9.769	289.23



**სურ. 5.3:** წყალგადასაშვები კაშხლის ქვემო დინების პროფილი  
(სურ. 9-21, მცირე კაშხლების დაპროექტება, 1987)

წყალგადასაშვები კაშხლის ქვემო დინება: ზემო დინების ფერდობი ვერტიკალურია

$$\frac{h_a}{H_0} = 0.0023$$

$$\rightarrow \frac{R_1}{H_0} = 0.52 \quad R_1 = 5.46 \text{ მ}$$

$$\rightarrow \frac{R_2}{H_0} = 0.22 \quad R_2 = 2.31 \text{ მ}$$

$$\rightarrow \frac{x_c}{H_0} = 0.273 \quad x_c = 2.87 \text{ მ}$$

$$\rightarrow \frac{y_c}{H_0} = 0.118 \quad y_c = 1.24 \text{ მ}$$

#### 5.5. წყალსაგდების ღია არხის გეომეტრია და წყლის ზედაპირის პროფილი

არხის წყლის ზედაპირის პროფილები გამოითვლება სტანდარტული ბიჯის მეთოდით (ცხრილი 5.4). კოეფიციენტი  $n$  აღებულია, როგორც 0.014.  $Q_{10000}$  წლის განმეორების პერიოდის წყალდიდობის პიკური ხარჯი (2750 მ<sup>3</sup>/წმ) არის გამოყენებული ღია არხის გვერდითი კედლის სიმაღლის განსაზღვრისთვის.

Freeboard-ის გამოთვლა

Freeboard და შესაბამისი კედლის სიმაღლეები ღია არხის გასწვრივ გამოითვლება წყლის სიღრმეების მიხედვით (ცხრილი 5.4).

$$\text{Freeboard} \quad f = 0.6 + 0.03731 \, v \sqrt[3]{d} \quad (\text{მ})$$

$v$  = სიჩქარე (მ/წმ)  $d$  = სიღრმე (მ)

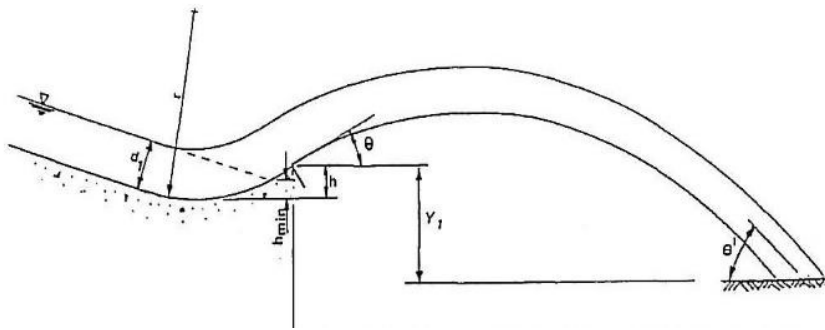
ცხრილი 5.4: არხის წყლის ზედაპირის პროფილი Q10000 -თვის

Sec. No	Elev. (m)	Km	Channel Coordinate (m)		$\alpha(^{\circ})$	cosa	Q (m <sup>3</sup> /s)	d (m)	B (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R
			y	x								
1	299.00	0+000.70	0.00	0.00	0.00	1.000	687.50	11.23	9.00	101.1	31.47	3.21
2	298.20	0+004.54	-0.80	3.84	21.29	0.932	687.50	8.99	9.00	80.92	26.98	3.00
3	297.00	0+006.97	-2.00	6.27	30.84	0.859	687.50	6.09	9.00	54.84	21.19	2.59
4	295.00	0+009.78	-4.00	9.08	39.51	0.772	687.50	5.14	9.00	46.29	19.29	2.40
5	293.00	0+011.98	-6.00	11.28	44.89	0.708	687.50	4.63	9.00	41.63	18.25	2.28
6	291.00	0+013.85	-8.00	13.15	48.72	0.660	687.50	4.27	9.00	38.42	17.54	2.19
7	<b>289.23</b>	0+015.33	<b>-9.77</b>	<b>14.63</b>	<b>51.34</b>	<b>0.625</b>	687.50	<b>4.02</b>	9.00	36.22	17.05	2.12
8	<b>276.00</b>	0+025.91	<b>-23.00</b>	<b>25.21</b>	<b>51.34</b>	<b>0.625</b>	687.50	<b>3.06</b>	9.00	27.54	15.12	1.82

Sec. No	V (m/s)	Fr	h <sub>v</sub> (m)	E=dcosa +hv (m)	S <sub>f</sub>	S <sub>f, ort</sub>	$\Delta x$ (m)	$\Delta h$ (m)	$\Sigma\Delta h$ (m)	R.W.L (m)	Free board (m)	Wall Top Level (m)
1	0.76	0.07	0.030	11.26	0.00002	0.00001	0.0	0.000	0.000	310.26	0.66	310.90
2	8.50	0.90	3.68	12.06	0.00327	0.00165	3.84	0.006	0.006	310.26	1.26	307.75
3	12.54	1.62	8.01	13.24	0.00867	0.00597	2.43	0.014	0.021	310.26	1.45	303.48
4	14.85	2.09	11.24	15.21	0.01345	0.01106	2.81	0.031	0.052	310.26	1.56	300.17
5	16.51	2.45	13.90	17.18	0.01780	0.01563	2.20	0.034	0.086	310.26	1.63	297.43
6	17.90	2.77	16.32	19.14	0.02206	0.01993	1.87	0.037	0.124	310.26	1.68	294.93
7	18.98	3.02	18.36	20.87	0.02585	0.02395	1.48	0.035	0.159	310.26	1.73	292.82
8	24.96	4.56	31.76	33.67	0.05490	0.04037	10.58	0.427	0.586	310.26	1.95	279.14

5.6. ნაკადის მოზრუნების კიდე

ნაკადის მოზრუნების კიდის დიზაინი შესრულდა Engineering Manual EM 1110-2-1603, მე-7 ნაწილის მიხედვით. საპროექტო პარამეტრები ნაჩვენებია ქვემოთ სურათზე.



**სურ. 5.4:** ნაკადის მოზრუნების კიდე

ნაკადის მოზრუნების კიდის დიზაინი მომზადდა სიღრმის და სიჩქარის გამოყენებით, რომლებიც დათვლილია  $Q_{10000}$ -თვის

პარამეტრები არის:

საპროექტო ხარჯი	$Q = 2750/4 = 687.50 \text{ მ}^3/\text{წმ}$
ნაკადის მოზრუნების კიდის რადიუსი	$r = 16.00 \text{ მ}$
ტრექტორიის კუთხე საფეხურის ბოლოს	$\theta = 32.46^\circ$
მოზრუნების მონაკვეთის ქვედა ნიშნული	$\sim 270.00 \text{ მ}$
დაცემის ადგილის სიმაღლე	$238.47 \text{ მ}$
ნაკადის სიღრმე, რომელიც შედის საფეხურზე	$d_1 = 3.06 \text{ მ}$
ნაკადის სიჩქარე, რომელიც შედის საფეხურზე	$v = 24.96 \text{ მ/წმ}$

ნაკადის მოზრუნების კიდის რადიუსი

რადიუსი  $r$  5-ჯერ მეტი უნდა იყოს ნაკადის სიღრმეზე.

მინიმალური  $r$  შეიძლება დაითვალოს შემდეგი განტოლებიდან: (Open Channel Hydraulics, V.T. Chow, p.384)

$$r_{\min} = 10^{(V+6.4 \cdot H+16)/(3.6 \cdot H+64)} \text{ (ფუტებში)}$$

სადაც;

$H$  = თხემის დაწნევა,

$V$  = ნაკადის სიჩქარე

$$H = 11.26 \text{ მ} = 36.95 \text{ ფუტი}$$

$$V = 24.96 \text{ მ/წმ} = 81.90 \text{ ფუტი}$$

$$r_{\min} = 10^{(81.90+6.4 \cdot 36.95+16)/(3.6 \cdot 36.95+64)} = 49.79 \text{ ფუტი} = 15.18 \text{ მ}$$

$$r_{\min} > 5 d_1 = 15.30 \text{ მ}$$

$r = 16.00 \text{ მ}$  არის არჩეული.

მინიმალური სიმაღლე  $h_{\min}$

ტრანექტორიის კუთხე  $\theta \leq 45^\circ$

$$h_{\min} = r - r \cdot \cos(\phi - \tan^{-1}s)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left[ \frac{(d_1(2 * r - d_1))^{0.5}}{r - d_1} \right]$$

$$d_1 = 3.06 \text{ მ}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left[ \frac{(3.06 * (2 * 16.00 - 3.06))^{0.5}}{16.00 - 3.06} \right] = 36.03^\circ$$

$$h_{\min} = r - r \cdot \cos(\phi - \tan^{-1}s) = 16.00 - 16.00 * \cos(36.03 - \tan^{-1}0.80) = 0.017 \text{ მ}$$

$$h = r - r \cdot \cos\theta = 16.00 - 16.00 * \cos(32.46) = 2.50 \text{ მ} > h_{\min}$$

## 5.7. ტრანექტორიის მანძილი

ჰორიზონტალური მანძილი ნაკადის მოზრუნების კიდიდან დაცემის ადგილამდე განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით:

$$X_H = h_e * \sin 2\theta + 2 \cos \theta (h_e (h_e \sin^2 \theta + Y_1))^{1/2}$$

სადაც;

$Y_1$ : ვერტიკალური მანძილი მოზრუნების მონაკვეთის კიდიდან დაცემის მანძილამდე.

$h_e$ : ჩქაროსნული დაწნევა მოზრუნების მონაკვეთის კიდიდან.

$$h_e = V^2/2 * g = 24.96^2/19.62 = 31.76 \text{ მ},$$

$$Y_1 = 272.50 - 238.47 = 34.03 \text{ მ}$$

$$\theta = 32.46^\circ$$

$$X_H = 31.76 * \sin(2 * 32.46) + 2 * \cos 32.46 * (31.76 * (31.76 * \sin^2 32.46 + 34.03))^{1/2} = 91.26 \text{ m}$$

კუთხე, რომელზეც ნაკადი ურტყამს დაცემის ადგილს:

$$\theta' = \arctan \left[ \frac{1}{\cos \theta} \left( \sin^2 \theta + \frac{Y_1}{h_e} \right)^{1/2} \right]$$

$$\theta' = \arctan \left[ \frac{1}{\cos 32.46} \left( \sin^2 32.46 + \frac{34.03}{31.76} \right)^{1/2} \right] = 54.11^\circ$$



## 5.8. კავიტაციის გამოთვლა

იმისთვის, რომ კავიტაცია არ მოხდეს, პირველ რიგში, ჰიდროსტატიკური წნევა უნდა იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე ორთქლის წნევა ღია არხის ნებისმიერ წერტილში. მეორეც, კავიტაციის ინდექსი უნდა იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე 0.2 (მით. ref: Cavitation in Chutes and Spillways, H. Falvey, USBR Eng. Monograph 42).

$$\text{კავიტაციის ინდექსი, } \sigma = \frac{P_0 - P_v}{\gamma_w \left( \frac{V^2}{2g} \right)}$$

$P_0$  = საპროექტო წნევა =  $P_a + P_g$

$P_a$  = ატმოსფერული წნევა

$P_g$  = მანომეტრული წნევა

$P_v$  = ორთქლის წნევა

$\gamma_w$  = წყლის კუთრი მასა

$$\text{ციცაბო ფერდობებზე } \frac{P_g}{\gamma_w} = d \cos \theta$$

$$P_a = 10.33 \text{ t/m}^2 - (H_{\text{avg}}/900)$$

როდესაც ტემპერატურა იზრდება, ორთქლის წნევა მატულობს. ადუღების წერტილში, ის ტოლია ატმოსფერული წნევის, რომელიც აღებულია 9.99 ტ/მ<sup>2</sup> წყალსაგდების საშუალო სიმაღლეზე (299 მ). შესაბამისად, წყლის ტემპერატურა გავლენას ახდენს კავიტაციის ინდექსზე. თუ ავიღებთ წყლის ტემპერატურას 20° ტოლად, ორთქლის წნევა იქნება 0.233 ტ/მ<sup>2</sup>.

**ცხრილი 5.5: კავიტაციის ინდექსები**

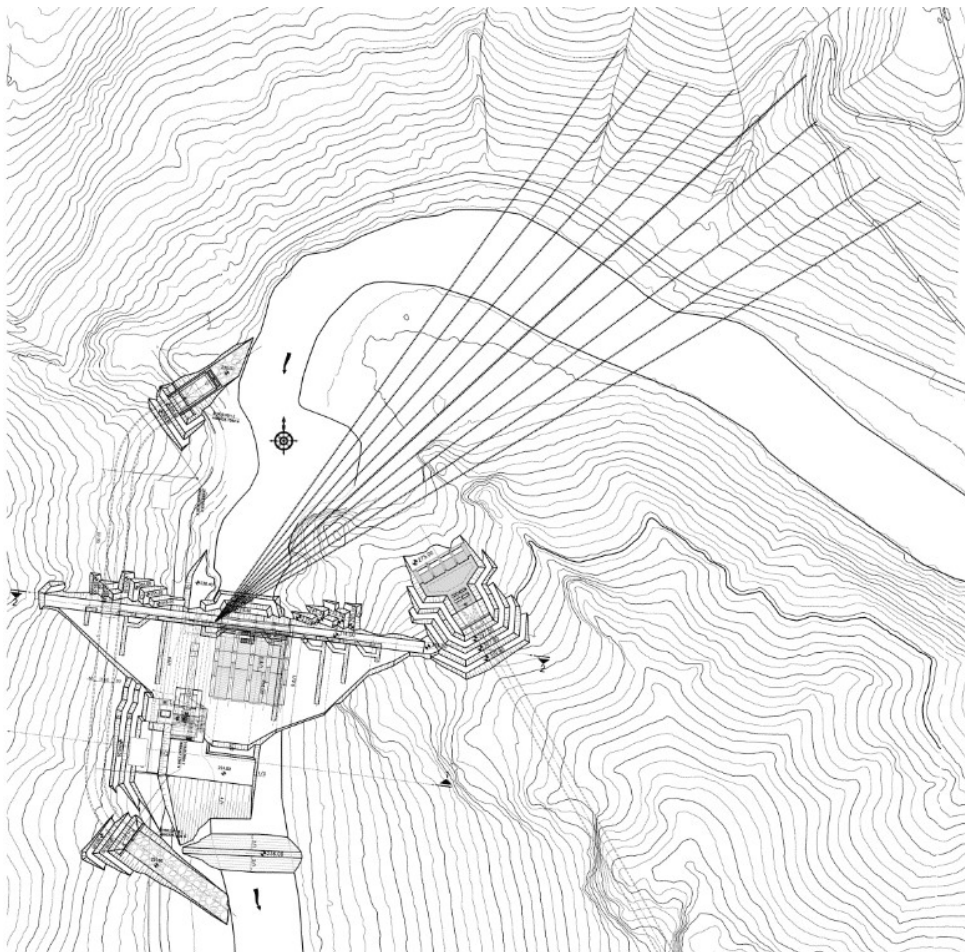
Section No	z (m)	Channel Coordinate (m)		$\alpha(^{\circ})$	cosa	d (m)	dcosa (m)	B (m)	V (m/s)	$h_v$ (m)	$P_a$ (t/m <sup>2</sup> )	P (t/m <sup>2</sup> )	$P_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma$
		y	x											
1	298.20	-0.800	3.84	21.29	0.93	8.99	8.38	9.00	8.50	3.68	10.00	18.38	0.233	4.931
2	297.00	-2.000	6.27	30.84	0.86	6.09	5.23	9.00	12.54	8.01	10.00	15.23	0.233	1.873
3	295.00	-4.000	9.08	39.51	0.77	5.14	3.97	9.00	14.85	11.24	10.00	13.97	0.233	1.222
4	293.00	-6.000	11.28	44.89	0.71	4.63	3.28	9.00	16.51	13.90	10.00	13.28	0.233	0.939
5	291.00	-8.000	13.15	48.72	0.66	4.27	2.82	9.00	17.90	16.32	10.01	12.82	0.233	0.771
6	289.23	-9.769	14.63	51.34	0.62	4.02	2.51	9.00	18.98	18.36	10.01	12.52	0.233	0.669
7	276.00	-22.995	25.21	51.34	0.62	3.06	1.91	9.00	24.96	31.76	10.02	11.94	0.233	0.368

5.9. ტალღის მაქსიმალური სიმაღლე და ქარის მიერ წყლის მოდინება

Lenght of radials	
1	484.60
2	494.97
3	562.30
4	531.61
5	532.12
6	538.69
7	544.92
8	560.02
9	575.43

$$F = (\sum \text{რადიალური სხივ. სიგრძეები}) / (\text{რადიალური სხივ. რაოდენობა})$$

$$F = 536.07 \text{ მ}$$



სურ. 5.5: ტალღის რადიალური სხივ.

ცენტრალური რადიალური სხივის კუთხე ხაზთან, რომელიც პერპენდ კაშხლის ღერძისადმი

→ 40°

$$t_{min} \rightarrow \frac{F^{0.666}}{V^{0.41}} \quad t_{min} = \frac{0.519^{0.666}}{27.78^{0.41}} = 0.17h$$

$t_{min}$  = მინიმალური ხანგრძლივობა, რომელიც საჭიროა მაქსიმალური ტალღების შესაქმნელად (h)

F = Fetch (km)

V = ქარის სიჩქარე (მ/ს) = 100.00 კმ/სთ = 27.78 მ/ს

$$H_s \rightarrow 0.011452 \cdot V^{1.23} \cdot F^{0.5} \quad H_s = 0.011452 \times 27.78^{1.23} \times 0.536^{0.5} = 0.49$$

$H_s$  = მნიშვნელოვანი ტალღის სიმაღლე (მ)

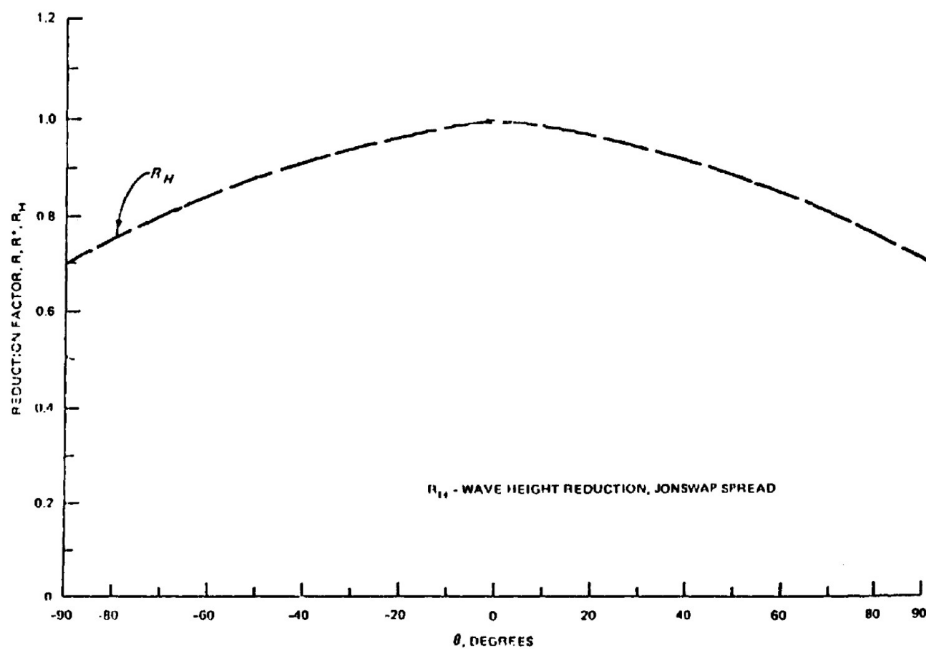
$$\rightarrow T = 0.556 \times 27.78^{0.41} \times 0.519^{0.333} = 1.75s$$

$$T = 0.556 \cdot V^{0.41} \cdot F^{0.333}$$

T = ტალღის პერიოდი (წმ)

$$\rightarrow L = 1.56 \times 1.75^2 = 4.76m$$

$$L = 1.56 \cdot T^2 \quad L = \text{ღრმა წლის ტალღის სიმაღლე (მ)}$$



სურ. 5.6: ტალღის სიმაღლის შემცირება კუთხური დაცილების გამო

ტალღის სიმაღლის შემცირება კუთხური კუთხური დაცილების გამო → 0.92 (სურ. 8-დან, Freeboard კრიტერიუმებიდან და დასაგროვებელი წყალსაცავებისთვის freeboard-ის გამოთვლის სახელმძღვანელოებიდან)

R = ტალღის მაქს. სიმაღლე უძრავი წლის დონიდან (მ)

H = ტალღის სიმაღლე (მ)

θ = კაშხლის ფერდობის კუთხე ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან (°)

ტალღის საშუალო სიმაღლე ყველაზე მაღალი 10% ტალღებისთვის მოცემულ სპექტრში არის

$$H = 1.27 H_s = 1.27 \times 0.49 \times 0.92 = 0.58 \text{ მ}$$

$$R = \frac{H}{0.4 + (H/L)^{0.5} \cdot \cot \theta} = \frac{0.58}{0.4 + \left(\frac{0.58}{4.76}\right)^{0.5} \times \cot 90} = 1.44 \text{ m}$$

S = წყლის მოდინება ქარის მიერ (მ)

D = წყლის საშუალო დონე = 23.62 მ

$$S = \frac{V^2 \cdot F}{4850 \cdot (D)} = \frac{27.78^2 \times 0.519}{4850 \times 23.62} = 0.0035 \text{ m}$$

Conditions	Crest Elev (m)	H <sub>0</sub> (m)	B (m)	Gate Height	H/B	(Q) (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>e</sub> (m)	R.W.L. (m)	Wave run- up and wind setup	Minimum 1.00 m freeboard	Dam crest level
									(m)	(m)	(m)
(9.00 x 4) Q <sub>design</sub>	299.00	10.50	9.0	13.0	1.44	2467.7	10.50	<b>309.50</b>			
Normal 1 Q <sub>10000</sub>						2750	11.26	<b>310.26</b>	1.09	1.00	312.35
Normal 2 Q <sub>1000</sub>						2180	9.69	<b>308.69</b>	1.44	1.00	311.13
Extreme Q <sub>PMF</sub>						3881	14.10	<b>313.10</b>	-	-	313.10
He/Ho =	<b>1.34</b>										

პირობები

ჩვეულებრივი 1

ჩვეულებრივი 2

უკიდურესი

კაშხლის თხემის სიმაღლე არჩეულია, როგორც 314,00 მ.

### 5.10. საცემი აუზი

ნაკადის მობრუნების მონაკვეთი თავისთავად არის ენერჯის ჩამქრობი. ენერჯის მცირე რაოდენობა იფანტება ამ მონაკვეთში ხახუნის გამო და წყლის და ჰაერის საზღვრის ურთიერთქმედების გამო, რაც იწვევს მნიშვნელოვან გაფანტვას. ყველაზე დიდი რაოდენობა იფანტება ნაკადის შეჯახების შედეგად აუზთან და მდინარის ფსკერთან, რაც იწვევს წარეცხვის პროცესს.

ტრაექტორიის მანძილი

ჰორიზონტალური მანძილი ნაკადის მოზრუნების კიდიდან დაცემის ადგილამდე არის:

$$X_H = h_e * \sin 2\theta + 2 \cos \theta (h_e (h_e \sin^2 \theta + Y_1))^{1/2}$$

$$Q_{100} = 1650 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$$h_e = V^2/2g = 25.56^2 / 19.62 = 33.31 \text{ მ,}$$

$$Y_1 = 272.50 - 236.05 = 36.45 \text{ მ}$$

$$\theta = 32.46^\circ$$

$$X_H = 33.31 * \sin(2 * 32.46) + 2 * \cos 32.46 * (33.31 * (33.31 * \sin^2 32.46 + 36.45))^{1/2} = 96.25 \text{ m}$$

კუთხე, რომლითაც ნაკადი ეცემა დაცემის ადგილს:

$$\theta' = \arctan \left[ \frac{1}{\cos 32.46} \left( \sin^2 32.46 + \frac{36.45}{33.31} \right)^{1/2} \right] = 54.34^\circ$$

$$Q_{10000} = 2750 \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$$h_e = V^2/2g = 24.96^2 / 19.62 = 31.76 \text{ მ,}$$

$$Y_1 = 272.50 - 238.47 = 34.03 \text{ მ}$$

$$\theta = 32.46^\circ$$

$$X_H = 31.76 * \sin(2 * 32.46) + 2 * \cos 32.46 * (31.76 * (31.76 * \sin^2 32.46 + 34.03))^{1/2} = 91.26 \text{ m}$$

კუთხე, რომლითაც ნაკადი ეცემა დაცემის ადგილს:

$$\theta' = \arctan \left[ \frac{1}{\cos 32.46} \left( \sin^2 32.46 + \frac{34.03}{31.76} \right)^{1/2} \right] = 54.11^\circ$$

ცხრილი 5.6: ნამახვანის წყალსაგდების ნაკადების დაცემა

Q	V	V <sup>2</sup> /2g	Tailwater Level	Y <sub>1</sub>	X <sub>H</sub>	θ'
Discharge	Velocity	Velocity Head		Vertical Distance	Trajectory Distance	The angle at the impact location
(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1650.00	25.56	33.31	236.05	36.45	96.25	54.34
2750.00	24.96	31.76	238.47	34.03	91.26	54.11

## წარეცხვა

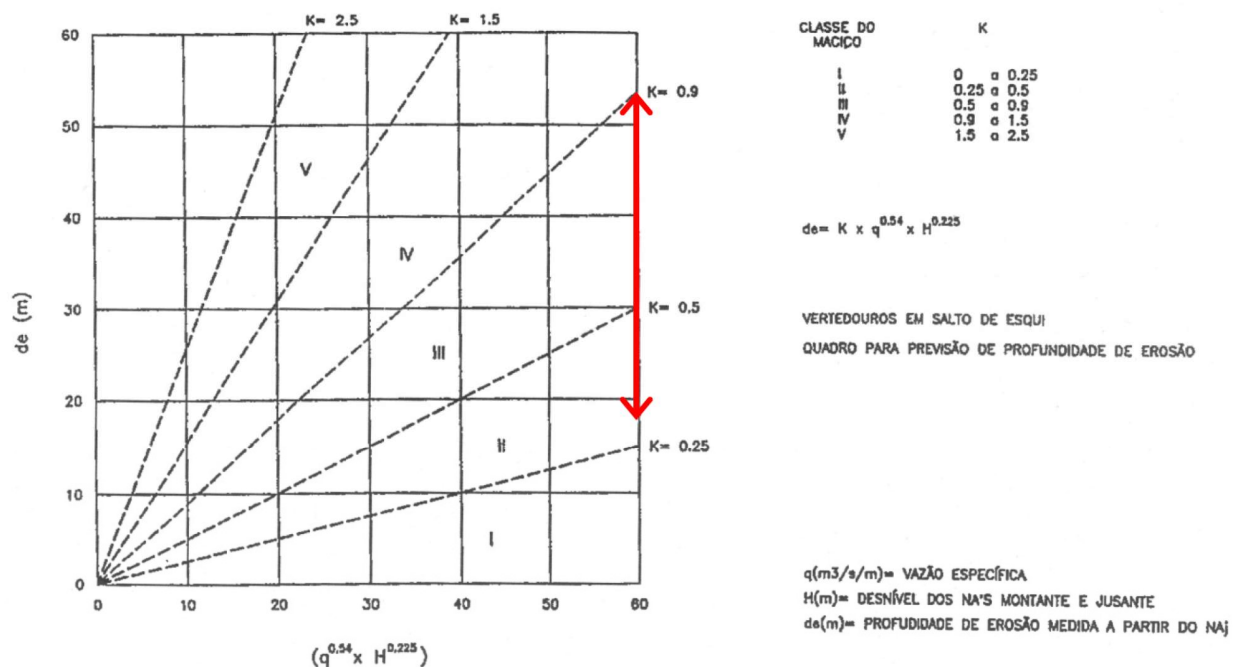
წარეცხვის სიღრმე დამოკიდებულია ხარჯზე, დაცემის სიმაღლეზე, ბიეფში წყლის სიღრმეზე და ფსკერის მასალაზე.  $Q_{100}$  წყლის განმეორების წყალდიდობის პიკური ხარჯი (1650 მ<sup>3</sup>/წმ) არის გამოყენებული წარეცხვის სიღრმის განსაზღვრისთვის (წყალსაცავის წყლის საწყისი დონე აღებულია მაქსიმალური შევსების დონეზე).

$$D = K.H^{0.225} \cdot q^{0.54}$$

D = წარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ქვედა ბიეფში წყლის დონეზე დაბლა

H = სიმაღლეების სხვაობა წყალსაცავსა და ქვედა ბიეფს შორის

q = კუთრი ხარჯი



სურ. 5.7: საცემი აუზის სიღრმე pool depth in function of the specific discharge and the rock class

Reservoir Level (at FSL) = 311.50 მ

Tailwater Level (1650 მ<sup>3</sup>/წმ) = 236.05 მ

H = 311.50 – 236.05 = 75.45 მ

q = 1650 / 36 = 45.83 მ<sup>3</sup>/წმ/მ

$$D = K.H^{0.225} \cdot q^{0.54}$$

$$D = 0,70 \cdot 75,45^{0.225} \cdot 45,83^{0.54}$$

D = 14.61 მ

წყალსაცავის დონე (at FSL) = 311.50 მ

ქვედა ბიუფის დონე (2750 მ<sup>3</sup>/წმ) = 238.47 მ

$H = 311.50 - 238.47 = 73.03$  მ

$q = 2750 / 36 = 76.39$  მ<sup>3</sup>/წმ/მ

$D = 0,70 \cdot 76,39^{0,225} \cdot 76,39^{0,54}$

$D = 19.11$  მ

**ცხრილი 5.7: საცემი აუზის წარეცხვის სიღრმე**

<b>Q</b> <b>Discharge</b> (m <sup>3</sup> /s)	<b>q</b> <b>Unit Discharge</b> (m <sup>3</sup> /s/m)	<b>K</b> <b>Rock Mass</b> <b>Coefficient</b> (-)	<b>H</b> <b>Geodetic Head</b> (m)	<b>D</b> <b>Depth</b> (m)
1650.00	45.83	0.70	75.45	14.61
2750.00	76.39	0.70	73.03	19.11

ხარჯი კუთრი ხარჯი ქანის მასივის კოეფიციენტი გეომეტრიული დაწნევა სიღრმე  
საცემი აუზის ფსკერის სიმაღლე აღებულია ნიშნულზე 220 მ. ტრაექტორიის მანძილი და წარეცხვის  
სიღრმე შემოწმდება ფიზიკური მოდელირების შედეგებით.

**სურ. 5.8:** ნაკადის ტრაექტორიის მანძილი

ქვემო ნამახვანის ჰესი

ნაკადის ტრაექტორიის მანძილები 100-წლიანი განმეორების პერიოდის წყალდიდობისთვის



LOWER NAMAKHVANI DAM  
JET TRAJECTORIES FOR 100 YEARS RETURN PERIOD FLOOD

